

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-173217

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

(21)Application number : 10-336834

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.11.1998

(72)Inventor : FURUISHI RYOSUKE  
MIZOSHITA YOSHIBUMI

(30)Priority

Priority number : 10272711

Priority date : 28.09.1998

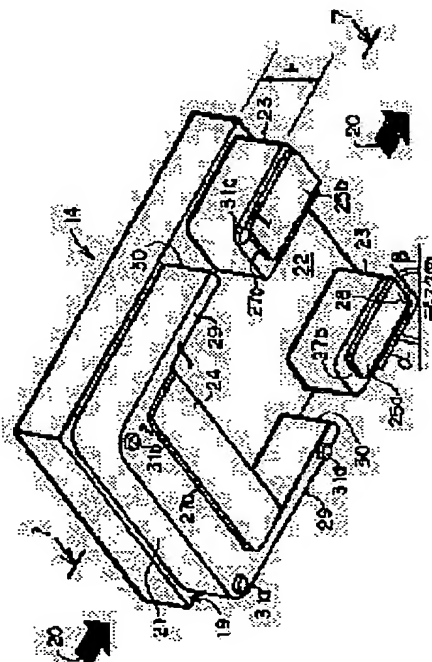
Priority country : JP

## (54) NEGATIVE PRESSURE HEAD SLIDER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a negative pressure head slider having high floating stability and roll rigidity.

**SOLUTION:** The negative pressure head slider 14 has one line of a first air bearing surface 24 which is formed on a floating surface 19 of a slider body and extends in a slider transverse direction on the upstream side of the slider body and a pair of second air bearing surfaces 25a and 25b which are formed on the floating surface 19 apart from this first air bearing surface 24 and are arrayed in the slider transverse direction across a flow passages 22 of an air current held therebetween on the downstream side of the slider body. Since the slider is supported at two points in the slider transverse direction on the downstream side where a gap 28 of a head element is arranged and, therefore, the high roll rigidity is obtained. The large negative pressure is formed by the cooperation of a front rail 21 and side rails 29.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-173217

(P2000-173217A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 21/21

識別記号  
1 0 1

F I  
G 1 1 B 21/21

マークシート (参考)

1 0 1 Q

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-336834

(22) 出願日 平成10年11月27日 (1998.11.27)

(31) 優先権主張番号 特願平10-272711

(32) 優先日 平成10年9月28日 (1998.9.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 古石 亮介

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 溝下 義文

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105094

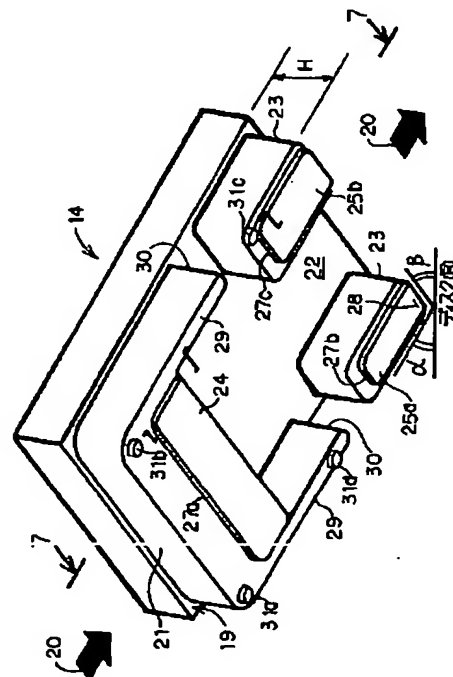
弁理士 山▲崎▼ 薫

(54) 【発明の名称】 負圧ヘッドスライダ

(57) 【要約】

【課題】 浮上安定性およびロール剛性の高い負圧ヘッドスライダを提供する。

【解決手段】 負圧ヘッドスライダ14は、スライダ本体の浮上面19に形成されて、スライダ本体の上流側でスライダ幅方向に延びる1筋の第1空気軸受け面24と、この第1空気軸受け面24から分離して前記浮上面19に形成され、スライダ本体の下流側で気流の流通路22を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対の第2空気軸受け面25a、25bとを備える。ヘッド素子のギャップ28が配置される下流側でスライダ幅方向に2点で支持されることから高いロール剛性が得られる。フロントレール21とサイドレール29との協働によって大きな負圧が生成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スライダ本体の浮上面に形成されて、スライダ本体の上流側でスライダ幅方向に延びる1筋の第1空気軸受け面と、この第1空気軸受け面から分離して前記浮上面に形成され、スライダ本体の下流側で気流の流通路を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対の第2空気軸受け面とを備えることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項2】 請求項1に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記第1空気軸受け面は、気流の上流側で前記浮上面に形成されてスライダ幅方向に延びる1筋のフロントレールの頂上面に形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項3】 請求項2に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記第1空気軸受け面は段差によって前記フロントレールの頂上面に接続されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項4】 請求項2または3に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記フロントレールの頂上面には、スライダ本体がディスク面に着座する際に前記第1空気軸受け面とディスク面との接触を回避させる吸着防止パッドが形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項5】 請求項2、3または4に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記第2空気軸受け面は、気流の下流側で前記浮上面に形成されて気流の流通路を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対のリアレールの頂上面にそれぞれ形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項6】 請求項5に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記第2空気軸受け面は段差によって前記リアレールの頂上面に接続されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項7】 請求項5または6に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記リアレールの頂上面には、スライダ本体がディスク面に着座する際に前記第2空気軸受け面とディスク面との接触を回避させる吸着防止パッドが形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項8】 請求項5～7のいずれかに記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記浮上面に形成されて、前記フロントレールのスライダ幅方向両端から下流側に延びる1対のサイドレールをさらに備えることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項9】 請求項8に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記サイドレールのスライダ幅方向の厚みは、前記リアレールのスライダ幅方向の厚みに比べて薄く設定されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項10】 請求項8または9に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記サイドレールには、前記フロントレールを迂回する気流を前記流通路に導く間隙が形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項11】 請求項10に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記第2空気軸受け面のうち、ヘッド素子が埋め込まれる一方の第2空気軸受け面は、他方の第2空気軸受け面より小さく形成されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項12】 請求項11に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記一方の第2空気軸受け面は、第1幅でスライダ幅方向に延びて前記段差に連なる上流端と、第1幅よりも大きな第2幅でスライダ幅方向に延びる下流端とを備えることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項13】 請求項11に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記一方の第2空気軸受け面の上流側でスライダ幅方向に延びて前記段差を形成する上流端は、前記他方の第2空気軸受け面の上流側でスライダ幅方向に延びて前記段差を形成する上流端よりも下流側に配置されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項14】 請求項13に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記一方の第2空気軸受け面側では、前記上流端の配置に基づき前記間隙の大きさが調整されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項15】 請求項13または14に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記一方の第2空気軸受け面側では、前記リアレールの頂上面に対して第2空気軸受け面の配置が調整されることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項16】 請求項13、14または15に記載の負圧ヘッドスライダにおいて、前記一方の第2空気軸受け面は、下流側でスライダ幅方向に延び、上流側に変位された下流端を備えることを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

【請求項17】 スライダ本体の浮上面に形成されて、スライダ本体の上流側でスライダ幅方向に延びる1筋の第1空気軸受け面と、この第1空気軸受け面から分離して前記浮上面に形成され、スライダ本体の下流側で気流の流通路を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対の第2空気軸受け面とを備える負圧ヘッドスライダが組み込まれたことを特徴とする記録ディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク駆動装置その他の記録ディスク駆動装置に用いられる負圧ヘッドスライダに関する。

【0002】

【従来の技術】例えば磁気ディスク駆動装置の分野では、磁気ディスクに対する情報の書き込み時や読み出し時にディスク面から浮上する浮上ヘッドスライダを磁気ヘッドに用いることが多い。こうした浮上ヘッドスライダでは、磁気ディスクのディスク面に対向するスライダ本体の浮上面に空気軸受け面（いわゆるABS）が形成される。磁気ディスクが回転すると、ディスク面に沿っ

て発生する気流が空気軸受け面に作用してスライダ本体に浮力を生じさせるのである。

【0003】近年、磁気ディスク駆動装置の分野では、一層の記録密度向上が要求されるようになった。記録密度を向上させるにはスライダ本体の浮上量を極力低く設定する必要がある。しかしながら、浮上量を低く設定すると、浮上中にスライダ本体がディスク面に衝突する確率が高まってしまう。そこで、従来では、空気軸受け面に生じる浮力に対抗する負圧を発生させ、浮力と負圧とのバランスによって浮上量を規定する負圧ヘッドスライダが提案されている。この負圧ヘッドスライダでは、スライダ本体をディスク面に引き寄せる方向に負圧が働き、スライダ本体の浮上安定性を高めることができる。その結果、スライダ本体とディスク面との衝突の確率を低下させることができるのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】今後、さらに記録密度の向上が要求されるようになれば、浮上安定性を一層高める必要があり、同時に、スライダ本体のロール剛性を高める必要が出てくる。ロール剛性が低いと、浮上中にスライダ本体が気流に沿った中心軸を中心に回転してしまい、スライダ本体がディスク面に衝突してしまうからである。

【0005】本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、浮上安定性およびロール剛性の高い負圧ヘッドスライダを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、スライダ本体の浮上面に形成されて、スライダ本体の上流側でスライダ幅方向に延びる1筋の第1空気軸受け面と、この第1空気軸受け面から分離して前記浮上面に形成され、スライダ本体の下流側で気流の流通路を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対の第2空気軸受け面とを備えることを特徴とする負圧ヘッドスライダが提供される。

【0007】かかる負圧ヘッドスライダによれば、ヘッド素子が埋め込まれるスライダ本体の下流側で、スライダ幅方向に並んだ2つの第2空気軸受け面で正圧すなわち浮力が生成される。そういった2つの正圧によってスライダ本体が支持されることから、スライダ本体のロール剛性を著しく高めることができる。

【0008】前記第1空気軸受け面は、気流の上流側で前記浮上面に形成されてスライダ幅方向に延びる1筋のフロントレールの頂上面に形成されればよい。こうしたフロントレールの形成によれば、ディスク面に生成される気流が真っ先にフロントレールに遮られ、その結果、フロントレールの裏側で生成される負圧が減少することを阻止することができる。前記第2空気軸受け面は、気流の下流側で前記浮上面に形成されて気流の流通路を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対のリアレール

の頂上面にそれぞれ形成されればよい。

【0009】第1空気軸受け面や第2空気軸受け面は段差によってフロントレールの頂上面やリアレールの頂上面に接続されることが望ましい。こうした段差の働きによって、第1および第2空気軸受け面に大きな正圧を生成させることができるからである。

【0010】浮上面には、前記フロントレールのスライダ幅方向両端から下流側に延びる1対のサイドレールが形成されることが望ましい。こうしたサイドレールの働きによれば、ディスク面に沿って生成される気流がフロントレールを迂回してフロントレールの裏側に回り込めなくなり、その結果、フロントレールの裏側で確実に大きな負圧を生成させることが可能となる。特に、こうしたサイドレールのスライダ幅方向の厚みは、リアレールのスライダ幅方向の厚みに比べて薄く設定されることが望ましい。このようにサイドレールの厚みが薄ければ、負圧を発生させる領域を広げることができ、大きな負圧を発生させることができるからである。

【0011】ただし、前記サイドレールには、前記フロントレールを迂回する気流を前記流通路に導く間隙が形成されることが望ましい。こうした間隙によれば、前述したフロントレールやリアレールの高さを低く設定しても、低い周速で負圧の飽和が発生することを極力阻止することが可能となる。その結果、負圧の周速応答性が高められ、周速の変動に拘らずスライダ本体の浮上量を一定に維持することができることとなる。

【0012】前記フロントレールの頂上面やリアレールの頂上面には、スライダ本体がディスク面に着座する際に第1空気軸受け面や第2空気軸受け面とディスク面との接触を回避させる吸着防止パッドが形成されてもよい。かかる吸着防止パッドによれば、第1および第2空気軸受け面が直接にディスク面に接触することが回避される。その結果、ディスク面上に成膜された潤滑剤の吸着力が弱められ、ディスクの回転開始時に即座にスライダ本体が浮上することができることとなる。

【0013】さらにまた、前記第2空気軸受け面のうち、ヘッド素子が埋め込まれる一方の第2空気軸受け面は、他方の第2空気軸受け面より小さく形成されてもよい。こうすれば、ロール角に基づく傾斜姿勢をスライダ本体にとらせることができ、したがって、ヘッド素子の近辺で、浮上面とディスク面との距離を最も短かくすることが可能となる。

【0014】前記一方の第2空気軸受け面を前記他方の第2空気軸受け面よりも小さく形成するにあたって、前記一方の第2空気軸受け面は、第1幅でスライダ幅方向に延びて前記段差に連なる上流端と、第1幅よりも大きな第2幅でスライダ幅方向に延びる下流端とを備えればよい。例えば読み取り用ヘッド素子としてMR（磁気抵抗）素子が用いられる場合、MR（磁気抵抗）素子がシールド層によって挟み込まれなければならない。このシ

ールド層がスライダ幅方向に十分に延びていなければ、MR素子に不要な磁気作用が作用してしまい、MR素子は正確な情報を読み取ることができなくなってしまう。一般に、ヘッドスライダは、スライダ本体の下流側を最も記録媒体に接近させる傾斜姿勢に維持されることが多い。こうした傾斜姿勢が維持される限り、スライダ本体の下流側に埋め込まれたヘッド素子を十分に記録媒体に接近させることができる一方で、記録媒体に対するスライダ本体の接触面積を最小限に押さえることができるからである。したがって、前述のように第2空気軸受け面の下流端で大きな幅を確保しておけば、スライダ幅方向に沿ったシールド層の幅を確保しつつ、第2空気軸受け面を小さく形成することができるのである。

【0015】あるいは、前記一方の第2空気軸受け面を前記他方の第2空気軸受け面よりも小さく形成するにあたって、前記一方の第2空気軸受け面の上流側でスライダ幅方向に延びて前記段差を形成する上流端は、前記他方の第2空気軸受け面の上流側でスライダ幅方向に延びて前記段差を形成する上流端よりも下流側に配置されてもよい。こうした配置によれば、一方の第2空気軸受け面では、他方の第2空気軸受け面に比べて、気流の流れ方向に沿った広がりが増小される。その結果、一方の第2空気軸受け面の面積は減少し、その結果、他方の第2空気軸受け面に比べて一方の第2空気軸受け面の浮力は抑制される。スライダ幅方向に沿ったシールド層の広がりを圧迫することなく、一方の第2空気軸受け面に生じる浮力を抑制することができるのである。こうして浮力が抑制されれば、一方の第2空気軸受け面はディスク面に接近することができる。

【0016】こうして一方の第2空気軸受け面の上流端が変位される場合には、上流端の配置に基づき、リアレールとサイドレールとの間に形成される間隙の大きさが調整されることが望ましい。例えば上流端の変位に追従してサイドレールがリアレールに向かって延びない場合には、サイドレールとリアレールとの間に大きな間隙が生成されてしまう。こうした大きな間隙は、フロントレールの背後に生じる負圧を逃してしまう。その一方で、上流端の変位に追従してサイドレールがリアレールに向かって延伸していると、間隙の大きさが縮小され、その結果、高い負圧を維持することが可能となる。こうして高い負圧が維持されれば、一方の第2空気軸受け面はディスク面に接近することができるのである。

【0017】さらにまた、前記他方の第2空気軸受け面に比べて前記一方の第2空気軸受け面で浮力を小さくさせるには、前記一方の第2空気軸受け面側で、前記リアレールの頂上面に対して第2空気軸受け面の配置が調整されてもよい。前述の段差で生じる大きな正圧には、段差の面積や高さ、第2空気軸受け面の大きさのほか、段差に連なるリアレール頂上面の広がりも影響する。頂上面の広がりが増小すれば正圧は発生しにくく、反対に、

頂上面の広がりが増大すれば大きな正圧が発生しやすい。したがって、気流を受けやすい方向で段差に連なるリアレール頂上面の広がりを狭めれば、一方の第2空気軸受け面の浮力を抑制することができるのである。

【0018】さらにまた、前記一方の第2空気軸受け面を前記他方の第2空気軸受け面よりも小さく形成するにあたって、前記一方の第2空気軸受け面は、下流側でスライダ幅方向に延び、上流側に変位された下流端を備えてもよい。前述した負圧ヘッドスライダでは、スライダ本体の下流側でより大きな正圧が生じる。したがって、一方の第2空気軸受け面の下流端を上流側に変位させることによって一方の第2空気軸受け面の面積を減少させれば、一方の第2空気軸受け面に生じる浮力を効率的に抑制することができるのである。

【0019】以上のような負圧ヘッドスライダは、ハードディスク駆動装置(HDD)を始めとする磁気ディスク駆動装置その他の記録ディスク駆動装置に組み込まれて使用されることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0021】図1は磁気ディスク駆動装置の一具体例としてのハードディスク駆動装置(HDD)10の内部構造を示す。HDD10のハウジング11には、スピンドルモータ12に装着される磁気ディスク13と、磁気ディスク13に対向する負圧ヘッドスライダ14とが収容される。負圧ヘッドスライダ14は、シャフト15回りで揺動することができるキャリッジアーム16の先端に固着される。磁気ディスク13に対する情報の書き込みや読み取りにあたっては、磁気回路から構成されるアクチュエータ17によってキャリッジアーム16が揺動駆動され、その結果、負圧ヘッドスライダ14が磁気ディスク13上の所望の記録トラックに位置決めされる。ハウジング11の内部空間は、図示しないカバーによって閉鎖される。

【0022】図2は本発明に係る負圧ヘッドスライダ14を示す。この負圧ヘッドスライダ14のスライダ本体は、磁気ディスク13に対向する浮上面19を備える。浮上面19には、磁気ディスク13が回転した際に生成される気流20の上流側でスライダ幅方向に延びる1筋のフロントレール21と、気流20の下流側で気流の流路22を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対のリアレール23とが形成される。

【0023】フロントレール21の頂上面には、スライダ幅方向に延びる1筋の第1空気軸受け面24が形成される。その一方で、2つのリアレール23の頂上面には、気流の流路22を間に挟んでスライダ幅方向に配列される1対の第2空気軸受け面25a、25bがそれぞれ形成される。磁気ディスク13が回転し、ディスク面に沿って気流20が発生すると、その気流20が第1

および第2空気軸受け面24、25a、25bに作用する。その結果、第1および第2空気軸受け面24、25a、25bでは、スライダ本体をディスク面から浮上させる浮力が生成される。この負圧ヘッドスライダ14では、第1空気軸受け面24に大きな浮力が生成される結果、スライダ本体はピッチ角 $\alpha$ の傾斜姿勢で維持される。ここで、ピッチ角 $\alpha$ とは、気流20の流れ方向に沿ったスライダ本体前後方向の傾斜角をいう。

【0024】第1および第2空気軸受け面24、25a、25bは、段差27a、27b、27cによってフロントレール21およびリアレール23の頂上面に接続される。この段差27a、27b、27cは、後述するように、第1および第2空気軸受け面24、25a、25bに大きな正圧すなわち浮力を生じさせることができる。

【0025】一方の第2空気軸受け面25aは、他方の第2空気軸受け面25bに比べて小さく形成される。したがって、この負圧ヘッドスライダ14では、一方の第2空気軸受け面25aに比べて他方の第2空気軸受け面25bに大きな浮力が生成される。その結果、負圧ヘッドスライダ14では、スライダ本体はロール角 $\beta$ の傾斜姿勢で維持される。ここで、ロール角 $\beta$ とは、気流20の流れ方向に直交するスライダ本体幅方向の傾斜角をいう。

【0026】こうして小さく形成された第2空気軸受け面25aでは、スライダ本体に埋め込まれた磁気ヘッド素子の書き込みおよび読み出しギャップ28が露出する。スライダ本体のピッチ角 $\alpha$ およびロール角 $\beta$ の働きによって、磁気ヘッド素子のギャップ28付近で、スライダ本体とディスク面との距離が最も短くなる。

【0027】フロントレール21のスライダ幅方向両端には、下流側に延びる1対のサイドレール29が接続される。このサイドレール29によれば、フロントレール21を幅方向両側から迂回する気流がフロントレール21の裏側に進入しなくなる。したがって、第1空気軸受け面24に沿って流れる気流がフロントレール21を通過すると同時にディスク面鉛直方向に広がり、その結果、負圧が生成される。この負圧が前述の浮力にバランスすることによってスライダ本体の浮上量は規定されることとなる。1対のサイドレール29と1対のリアレール23との間には、フロントレール21を幅方向両側から迂回する気流を流通路22に導く間隙30が形成される。

【0028】フロントレール21の頂上面やリアレール23の頂上面には、さらに、スライダ本体がディスク面に着座する際に第1および第2空気軸受け面24、25a、25bとディスク面との接触を回避させる複数の吸着防止パッド31a、31b、31c、31dが形成される。しかも、この負圧ヘッドスライダ14では、大きな浮力を生む第2空気軸受け面25b側に配置される吸

着防止パッド31cに対して、小さな浮力しか生まない第2空気軸受け面25a側に配置される吸着防止パッド31dは気流20の上流側に配置される。前述のロール角 $\beta$ の作用によって第2空気軸受け面25a側では負圧ヘッドスライダ14の浮上量が小さいことから、このように吸着防止パッド31dをずらすことによって吸着防止パッド31dがディスク面に接触することは回避されることができる。

【0029】いま、磁気ディスク13が回転すると、ディスク面に沿って気流20が生成される。気流20が生成されると、それまでディスク面に着座していた負圧ヘッドスライダ14はディスク面から浮上する。このとき、吸着防止パッド31a、31b、31c、31dの働きによって、第1および第2空気軸受け面24、25a、25bはディスク面に直接に接触していない。したがって、ディスク面上に成膜された潤滑剤の吸着力が弱められ、負圧ヘッドスライダ14は即座に浮上することができることとなる。スライダ本体の浮上中、ヘッド素子の書き込みおよび読み出しギャップ28によって磁気ディスク13に対する情報の書き込みや読み出しが実行される。

【0030】気流20が負圧ヘッドスライダ14に作用すると、例えば図3に示されるように、スライダ本体の浮上面19では正圧すなわち浮力と負圧とが生成される。図3には、シミュレーションソフトウェアによって算出された負圧ヘッドスライダ14の一具体例の圧力分布が示される。スライダ本体の大きさは、縦1.25mm、幅1mm、そして厚み0.3mmとする。

【0031】図3から明らかなように、気流20が流れてくると、第1空気軸受け面24の前面に形成された段差27a（位置B）で大きな正圧が生じる。生じた正圧は第1空気軸受け面24の下流側に向かうにつれて増大する。

【0032】続いて気流20がフロントレール21を通過した時点（位置C）で正圧は消失する。正圧に代わって負圧が生成される（位置D）。この負圧は、フロントレール21の裏側で気流20の通路が急激にディスク面鉛直方向に広がることによって生成される。しかも、サイドレール29の働きによって、フロントレール21の正面に衝突してフロントレール21を迂回する気流20はフロントレール21の裏側に進入することがほとんどできない。その結果、フロントレール21の裏側に大きな負圧が生成されることとなる。

【0033】下流側のリアレール23に達した気流20は、第2空気軸受け面25a、25bの前面に形成された段差27b、27c（位置E）で再び大きな正圧を生じさせる。生じた正圧は、第2空気軸受け面25a、25bの下流側に向かうにつれて増大する。第2空気軸受け面25a、25bが途切れた時点（位置F）で正圧は消失する。

【0034】この負圧ヘッドスライダ14では、位置B～Cや位置E～Fで生じる正圧と、位置Dで生じる負圧とのバランスによってスライダ本体の浮上量が決定される。しかも、大きな正圧と大きな負圧とがバランスすることによって高い浮上安定性が得られる。正圧と負圧とをバランスさせるには段差27a、27b、27cの高さを0.2μm以下に設定することが望ましい。

【0035】加えて、この負圧ヘッドスライダ14では、ピッチ角αの姿勢のときに最もディスク面に近づくスライダ本体の下流側で、スライダ幅方向に並んだ2つの正圧によってスライダ本体が支持されることから、ロール剛性が著しく高められることとなる。

【0036】一般に、磁気ディスク駆動装置10が置かれる雰囲気気圧が低いと、空気が薄くなる結果、第1および第2空気軸受け面24、25a、25bで生成される正圧は気圧にほぼ比例して減少する。したがって、負圧ヘッドスライダ14では、気圧の減少に伴って減少する正圧に比例して負圧を減少させる必要がある。負圧が一定のままではスライダ本体の浮上量が減少してしまうからである。

【0037】図4は、負圧ヘッドスライダ14に対する気圧の影響を示すグラフである。グラフ中の実線によれば、比率＝(気圧P＝0.7atm時の正圧)／(気圧P＝1atm時の正圧)の変化具合が示され、グラフ中の点線によれば、比率＝(気圧P＝0.7atm時の負圧)／(気圧P＝1.0atm時の負圧)の変化具合が示される。このグラフから明らかなように、フロントレール21やリアレール23の高さH(図2参照)、言い替えば、フロントレール21やサイドレール29、リアレール23に囲まれる溝の深さが変動しても、正圧の比率はほとんど変動しない。その一方で、フロントレール21やリアレール23の高さが低くなるにつれて、負圧と正圧との間で比率の差が縮まっていく様子が観察されることができ、すなわち、フロントレール21やリアレール23の高さを低く設定すれば、負圧の気圧依存性を高めることができ、その結果、気圧の変動に拘らずスライダ本体の浮上量を極力一定に維持させることができることがわかる。したがって、磁気ディスク駆動装置10が使用される地域の標高に影響されることがなくほぼ一定の浮上量を期待することができる。この場合には、高さHは2μm以下であることが好ましい。

【0038】その一方で、フロントレール21やリアレール23の高さを低く設定すると、比較的低い磁気ディスク13の周速で負圧が飽和してしまう。したがって、周速が速まって第1および第2空気軸受け面24、25a、25bに生じる浮力が増大しても、その増大に追従して負圧が増大しなくなってしまう。その結果、周速が速まれば速まるほど、スライダ本体の浮上量が増大してしまうこととなる。例えば、磁気ディスク13の中心側に比べて周速の速い磁気ディスク13の外周側では、ス

ライダ本体の浮上量が大きくなってしまふのである。

【0039】そこで、本発明に係る負圧ヘッドスライダ14では、間隙30の形成によってこの周速に対する負圧の応答性が高められている。例えば図5に示されるように、間隙30が形成されていると、前述のようにフロントレール21やリアレール23の高さを低く設定しても、周速が高まるにつれて負圧が増加していくことがわかる。間隙30が形成されていないと、低い周速で負圧が飽和してしまい、それ以上周速を速めても負圧が増加することはないことがわかる。

【0040】なお、間隙30は、できる限り下流側に形成されることが望ましい。そうすれば、フロントレール21とサイドレール29とに囲まれる空間が広がり、生成される負圧を大きくすることができると同時に、負圧の作用点を下流側にシフトさせることができるからである。その結果、スライダ本体の浮上安定性が向上する。

【0041】次に負圧ヘッドスライダ14の製造方法を詳述する。まず、図6(a)に示すように、 $Al_2O_3$ (アルミナ)層が表面に成膜された $Al_2O_3TiC$ (アルチック)製のウェハ40表面に磁気ヘッド素子を形成する。磁気ヘッド素子は、1負圧ヘッドスライダ14に切り出される1ブロックごとに形成される。直径5インチのウェハでは、例えば $100 \times 100 = 10000$ 個の負圧ヘッドスライダを切り出すことができる。形成された磁気ヘッド素子は $Al_2O_3$ 層の保護膜によって覆われる。

【0042】続いて、図6(b)に示すように、磁気ヘッド素子が形成されたウェハ40から、負圧ヘッドスライダ14が一列に並んだウェハバー40aを切り出す。切り出したウェハバー40aの切断面41に浮上面19を形成する。最終的に、図6(c)に示すように、ウェハバー40aから各負圧ヘッドスライダ14が切り出される。

【0043】ここで、浮上面19の形成方法を詳述する。まず、図7(a)に示すように、ウェハバー40aの切断面41にSi密着層42を介してDLC(ダイヤモンドライクカーボン)層43を積層する。そのDLC層43に再びSi密着層44を介してDLC層45を積層する。DLC層45表面に、吸着防止パッド31a、31b、31c、31dのパターンを形成するフィルムレジスト46を成膜する。

【0044】続いて図7(b)に示すように、反応性イオンエッチング(RIE)によってDLC層45およびSi密着層44を削り取り、DLC層43を露出させる。これによって、吸着防止パッド31a、31b、31c、31dの先端部分が形成される。続いて図7(c)に示すようにレジスト46を除去する。

【0045】次に図7(d)に示すように、フォトリソレジスト47によって第1および第2空気軸受け面24、25a、25bのパターンを形成する。フォトリソレジスト4



7は、同時に、形成された吸着防止パッド31a、31b、31c、31dを覆う。露光現像後、図7(e)に示すように、イオンミルを実施し、DLC層43およびSi密着層42や、ウェハー40aの本体すなわちアルチックを削り取る。この削り取りによって、第1および第2空気軸受け面24、25a、25bが形成される。図7(b)で先端部分が形成された吸着防止パッド31a、31b、31c、31dが同時に完成する。その後、図7(f)に示すように、フォトレジスト47が除去される。

【0046】次に図8(a)に示すように、フォトレジスト48によってフロントレール21、サイドレール29およびリアレール23のパターンを形成する。形成された吸着防止パッド31a、31b、31c、31dおよび第1および第2空気軸受け面24、25a、25bはフォトレジスト48で覆われる。露光現像後、イオンミルを実施し、ウェハー40aの本体すなわちアルチックをさらに削り取る。この削り取りによって、フロントレール21、サイドレール29およびリアレール23が形成される。フロントレール21、サイドレール29およびリアレール23の頂上面には、DLC層45によって頂上面が保護される吸着防止パッド31a、31b、31c、31dや、同様にDLC層43によって頂上面が保護される第1および第2空気軸受け面24、25a、25bが形成されている。その後、図8(b)に示すようにフォトレジスト48が除去されると、頂上面19が完成する。

【0047】以上のような負圧ヘッドスライダ14では、例えば図9に示されるように、一方の第2空気軸受け面25aは、第1幅W1でスライダ幅方向に延びて段差27bに連なる上流端51と、第1幅W1よりも大きな第2幅W2でスライダ幅方向に延びる下流端52とを備えてもよい。例えば磁気ヘッド素子が読み取り用ヘッドとしてMR(磁気抵抗)素子を備える場合、MR素子はシールド層53によって挟み込まれる。このシールド層53がスライダ幅方向に十分に延びていなければ、MR素子に不要な磁気が作用してしまい、MR素子は正確な情報を読み取ることができなくなってしまう。したがって、一方の第2空気軸受け面25aの下流端52で大きな幅を確保しておけば、スライダ幅方向のシールド層の広がりを確保しつつ第2空気軸受け面25aの大きさを小さくし、その結果、一方の第2空気軸受け面25aに比べて他方の第2空気軸受け面25bに大きな浮力を生じさせることができる。

【0048】こうした第1幅W1の上流端51と第2幅W2の下流端52とを形成するにあたって、第2空気軸受け面25aはスライダ幅方向の広がりを変化させる。例えば図9に示されるように、第2空気軸受け面25aは、第1幅W1の上流端51から第2幅W2の下流端52に向かって、徐々にスライダ幅方向の大きさを拡張さ

せてもよい。また、第2空気軸受け面25aは、図10に示されるように、上流端51から下流端52に向かって第1幅W1を維持してもよい。さらに、第2空気軸受け面25aは、図11に示されるように、上流端51付近で第1幅W1を維持し、下流端52に近づくにつれて徐々にスライダ幅方向の大きさを拡張させていてもよい。

【0049】さらにまた、一方の第2空気軸受け面25aに比べて他方の第2空気軸受け面25bで大きな浮力を生じさせるには、例えば図12に示されるように、他方の第2空気軸受け面25bの上流側でスライダ幅方向に延びて段差27cに連なる上流端55に比べて、下流側に、一方の第2空気軸受け面25aの上流側でスライダ幅方向に延びて段差27bに連なる上流端56を配置してもよい。こうした配置によれば、一方の第2空気軸受け面25aでは、他方の第2空気軸受け面25bに比べて、気流の流れ方向に沿った広がりが増小される。その結果、一方の第2空気軸受け面25aの面積は減少し、他方の第2空気軸受け面25bに比べて一方の第2空気軸受け面25aの浮力は抑制される。スライダ幅方向に沿ったシールド層53の広がりを圧迫することなく、一方の第2空気軸受け面25aに生じる浮力を抑制することができるのである。

【0050】このように第2空気軸受け面25aの上流端56を下流側に変位させる場合には、リアレール23とサイドレール29との間に形成される間隙30の大きさが調整されることが望ましい。例えば図12に示されるように、上流端56の変位に追従してサイドレール29がリアレール23に向かって延びない場合には、サイドレール29とリアレール23との間に大きな間隙30が生成されてしまう。こうした大きな間隙30は、前述したようにフロントレール21の背後に生じる負圧を逃してしまふ。その一方で、例えば図13に示されるように、上流端56の変位に追従してサイドレール29がリアレール23に向かって延伸していると、間隙30の大きさが縮小され、その結果、高い負圧を維持することが可能となる。こうして高い負圧が維持されれば、一方の第2空気軸受け面27aはディスク面に接近することができるのである。

【0051】さらにまた、一方の第2空気軸受け面25aの浮力を調整するにあたっては、例えば図14に示されるように、リアレール23の頂上面に対して第2空気軸受け面25aの配置が調整されてもよい。前述のように段差27b、27cで生じる大きな正圧には、段差27b、27cの面積や高さ、第2空気軸受け面25a、25bの大きさのほか、段差27b、27cに連なるリアレール23頂上面の広がりが影響する。頂上面の広がりが小さければ正圧は発生しにくく、反対に、頂上面の広がりが大きければ大きな正圧が発生しやすい。したがって、例えば図14に示されるように、気流を受けやす

い方向すなわちスライダ本体から外向きで段差27bに連なるリアレール23頂上面の広がりW3を狭めれば、一方の第2空気軸受け面25aの浮力を抑制することができるのである。

【0052】さらにまた、一方の第2空気軸受け面25aの浮力を調整するにあたっては、例えば図15に示されるように、一方の第2空気軸受け面25aは、下流側でスライダ幅方向に延び、上流側に変位された下流端57を備えてもよい。前述した負圧ヘッドスライダ14では、図3から明らかなように、スライダ本体の下流端で最大の正圧が生じる。したがって、一方の第2空気軸受け面25aの下流端57を上流側に変位させることによって一方の第2空気軸受け面25aの面積を減少させれば、一方の第2空気軸受け面25aに生じる浮力を効率的に抑制することができるのである。

【0053】なお、本発明に係る負圧ヘッドスライダ14は、前述した通りハードディスク駆動装置(HDD)10に適用されるだけでなく、その他の記録ディスク駆動装置に適用されてもよい。

【0054】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、第1および第2空気軸受け面の位置を調整することによって、浮上安定性およびロール剛性の高い負圧ヘッドスライダを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ハードディスク駆動装置(HDD)の内部構造を示す平面図である。

【図2】本発明に係る負圧ヘッドスライダの拡大斜視図である。

【図3】負圧ヘッドスライダの圧力分布を示す図である。

【図4】負圧ヘッドスライダに生じる圧力に対する周囲の雰囲気気圧の影響を示すグラフである。

【図5】間隙の効果を示すグラフである。

【図6】負圧ヘッドスライダの製造方法を概略的に示す図である。

【図7】図2の7-7線に沿った概略断面図であって、浮上面の形成方法を概略的に示す図である。

【図8】図2の7-7線に沿った概略断面図であって、浮上面の形成方法を概略的に示す図である。

【図9】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

【図10】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

【図11】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

【図12】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

【図13】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

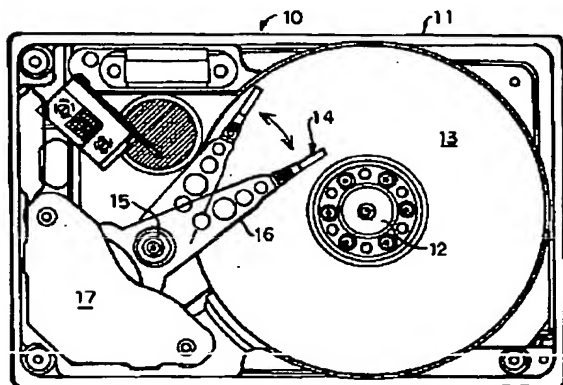
【図14】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

【図15】浮上面の形状を示す負圧ヘッドスライダの平面図である。

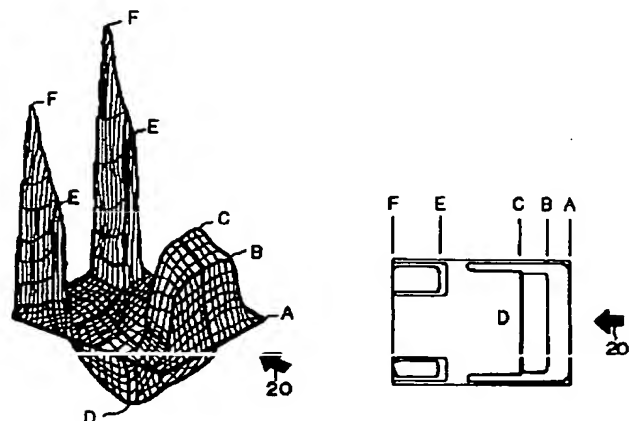
【符号の説明】

10 記録ディスク駆動装置としてのハードディスク駆動装置(HDD)、14 負圧ヘッドスライダ、19 浮上面、21 フロントレール、22 流通路、23 リアレール、24 第1空気軸受け面、25a 一方の第2空気軸受け面、25b 他方の第2空気軸受け面、27a、27b、27c 段差、28ヘッド素子のギャップ、29 サイドレール、30 間隙、31a、31b、31c、31d 吸着防止パッド、51 上流端、52 下流端、55 他方の第2空気軸受け面の上流端、56 一方の第2空気軸受け面の上流端、57 変位された下流端、W1 第1幅、W2 第2幅。

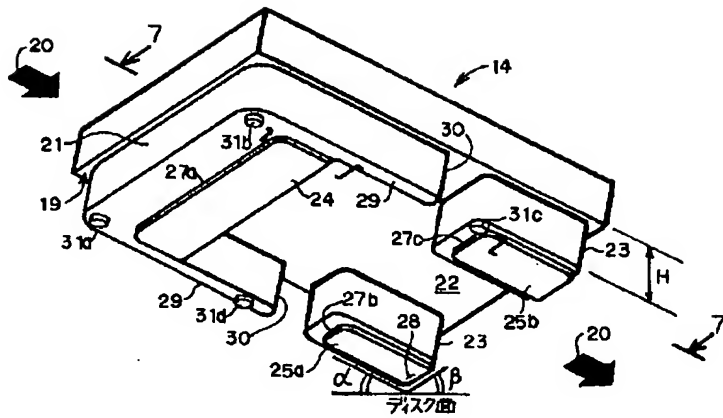
【図1】



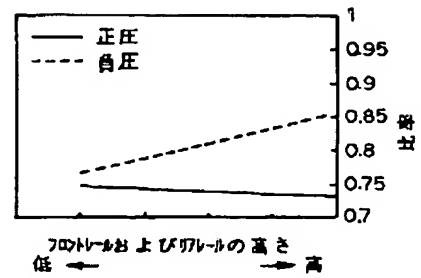
【図3】



【図2】

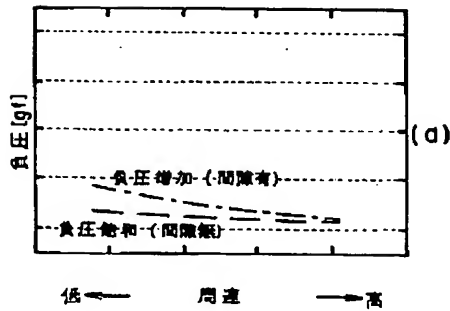


【図4】

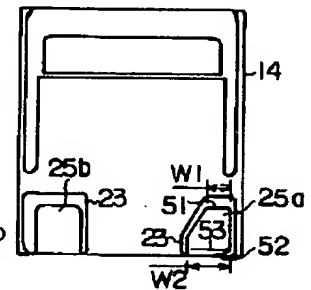
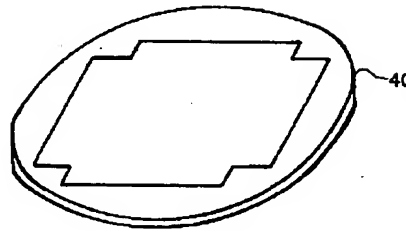


【図9】

【図5】

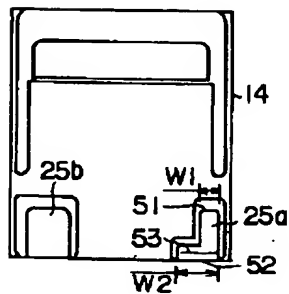


【図6】

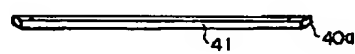


【図11】

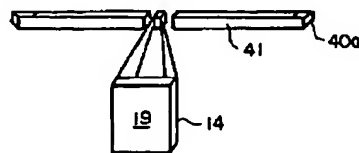
【図10】



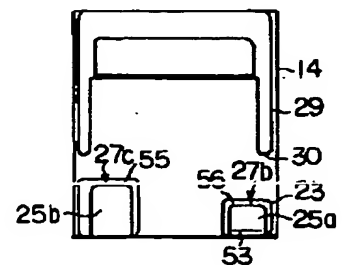
(b)



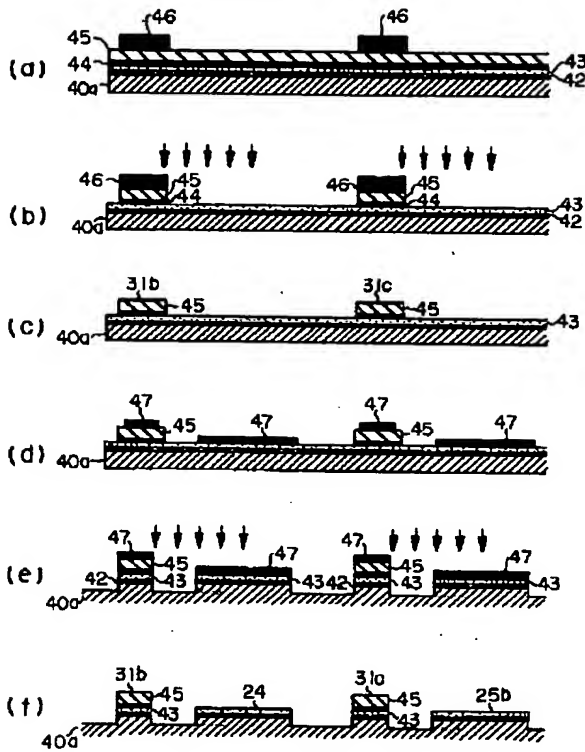
(c)



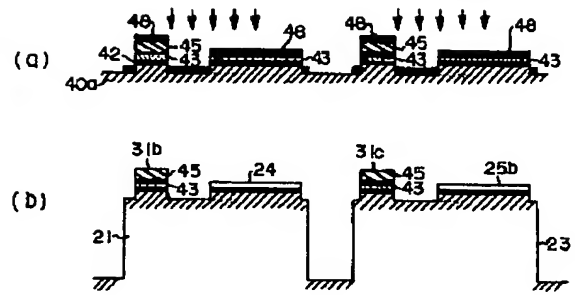
【図12】



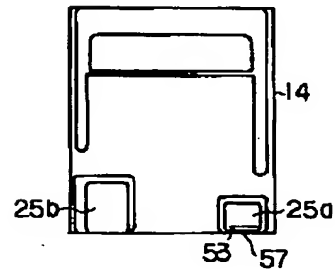
【図7】



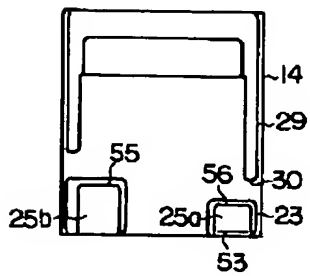
【図8】



【図15】



【図13】



【図14】

